

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-056818

(43)Date of publication of application : 24.02.1992

(51)Int.Cl.

G02B 26/02

G02B 6/42

(21)Application number : 02-164023

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 25.06.1990

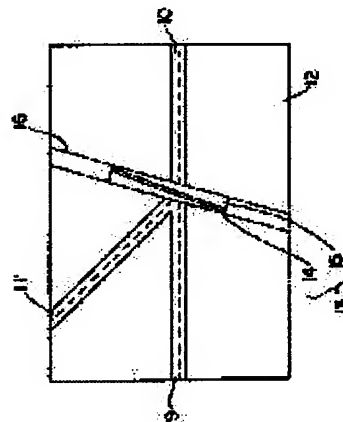
(72)Inventor : OGUCHI TAISUKE  
NODA JUICHI

## (54) OPTICAL BRANCHER/COUPLER AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce a branch loss and to obtain parts to be used for optical branching and coupling without especially determining an I/O direction by setting up a light control member to be arranged on a branch part on an optimum position.

**CONSTITUTION:** A light control layer 14 is formed on the light control member 13 to be moved in a groove 16 formed on an intersecting part between both optical guides 9, 10. The groove 16 is formed in a direction inclined from a direction vertical to a center bisector between the optical axes of both the optical waveguides 9, 11 i.e. the same direction of the layer 14, only by  $\theta$ . Thereby, the layer 14 is moved in parallel with its thickness direction due to the movement of the member 13 and the layer 14 and an intersecting point between the center lines of both the waveguides 9, 10 coincides with the layer 14. Consequently, the optical brancher/coupler capable of executing optical branching and coupling of low loss can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-56818

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 02 B 26/02  
6/42

識別記号

E

庁内整理番号

7820-2K  
7132-2K

⑭ 公開 平成4年(1992)2月24日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全7頁)

⑮ 発明の名称 光分岐結合器およびその製造方法

⑯ 特 願 平2-164023

⑰ 出 願 平2(1990)6月25日

⑱ 発 明 者 小 口 泰 介 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 野 田 寿 一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 光石 英俊 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光分岐結合器およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

1) 光導波路の交差部に入力光を分岐結合させる光制御層を有する光分岐結合器において、上記光制御層は、光導波路の交差部に形成された溝内を移動可能な光制御部材に設けられており、該光制御部材の移動方向が光制御層と交差する方向で且つ光制御部材の移動により光制御層がその厚さ方向に平行移動することを特徴とする光分岐結合器。

2) 交差する光導波路の交差部に溝を形成する工程と、該溝に光制御部材を配設し、前記溝に沿って光制御部材を移動して光導波路の中心線が交差する点と該光制御部材の光制御層とが一致する位置で該光制御部材を固定する工程とを備えた光分岐結合器の製造方法。

3) 請求項1記載の光分岐結合器において、

上記光導波路の代わりに光ファイバを用いることを特徴とする光分岐結合器。

4) 請求項2記載の光分岐結合器の製造方法において、

上記光導波路の代わりに光ファイバを用いることを特徴とする光分岐結合器の製造方法。

5) 請求項1又は3記載の光分岐結合器において、

上記光制御層が誘電体多層膜もしくは金属膜であることを特徴とする光分岐結合器。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、光通信や光信号処理等の分野で用いられる、光分岐、光結合を行う光分岐結合器に関するものである。

<従来の技術>

入力光を2つに分ける光分岐器の簡易な構成法として、第6図に示すようなものがある(H. Yanagawa, et. al., "Filter-Embedded Design and Its Applications to Passive

Components', IEEE J. Lightwave Technol., vol. LT-7, pp. 1848-1853, 1989参照)。

第6図において、第6図(a)は平面図、第6図(b)はその断面であって、1, 2, 3は光ファイバ、4はファイバ1の伝搬光を透過光と反射光に分ける薄片状の波長フィルタで、5は光フィルタを配設する溝、6はファイバと光フィルタを固定するための基板を各々示している。この構成によって、例えば波長フィルタ4として波長 $\lambda_1$ の光を透過させ、波長 $\lambda_2$ の光を反射させるものを用いれば、光ファイバ1中を伝搬する2つの波長成分 $\lambda_1, \lambda_2$ のうち透過する波長成分 $\lambda_1$ は出力光ファイバ2に、反射する波長成分 $\lambda_2$ は出力光ファイバ3に導かれる。

この光分岐器は、基板6に予め設けられたファイバガイド溝中に光ファイバ1と2(この状態で両光ファイバは切断されていない)、および光ファイバ3を接着剤等で固定した後、分岐部を横断するように溝5を形成する。こ

の溝5中に波長フィルタ4を配設し、接着剤で固定する。

この工程からわかるように、光ファイバ1と光ファイバ2はもともと同一のファイバであり、また固定された状態で切断されたのであるから、両者の光軸は一致している。また、フィルタを配設するための溝を数十 $\mu\text{m}$ 以下にすることによって、光ファイバ1から出射した光は、波長フィルタを透過後、さほど大きな損失を受けることなく光ファイバ2に結合する。

#### <発明が解決しようとする課題>

ところが、反射された光を光ファイバ3に低損失で結合させるのは簡単ではない。この事情を第7図の分岐部の詳細図で説明する。第7図において第7図(a)は低損失で結合する場合、第7図(b)は損失が大きくなる場合である。両図中7は波長フィルタの誘電体多層膜部分、8は透明な基板部であり、その他は第6図と同じである。第7図(a)の場合には光フ

ファイバ1と光ファイバ3の光軸の交点即ち分岐点と誘電体多層膜7の膜面が一致しているが、第7図(b)では一致していない。

このため、第7図(b)に示す場合では、反射した光は光ファイバ3のコア中心からずれた場所で光ファイバ3に入射する。このような場合、例えば、ファイバ1と3に比屈折率差0.3%、コア径10 $\mu\text{m}$ 前後の単一モードファイバを用いると、反射点の位置が5 $\mu\text{m}$ ずれるだけで2dB以上の損失が生じる。従って、損失を2dB以下にするには波長フィルタ4の反射点を決める溝5の位置精度を5 $\mu\text{m}$ 以下にする必要があるが、機械的な加工ではこのような精度を再現良く得るのは困難である。

この問題を回避するため、光ファイバ3としてコア径と開口(NA)の大きいファイバを使用すれば、反射光を低損失で光ファイバ3に結合させることができることが提案されている。上記文献によると、光ファイバ1と

してコア径10 $\mu\text{m}$ 、比屈折率差0.3%の単一モードファイバを、光ファイバ3としてコア径50 $\mu\text{m}$ 、比屈折率差1%の多モードファイバを用いれば反射光の結合損失は0.3dB程度となる。この場合、反射点の位置は $\pm 20\mu\text{m}$ 程度ばらついても良いので、波長フィルタ4を固定する溝の加工精度はかなり緩いものとなる。

しかしながら、この方法を用いたものでは、光ファイバ3を伝搬中にモードが変わってしまうこと、光の方向を逆にすると光ファイバ3から光ファイバ1への光は殆ど結合しないから光結合器としては機能しない欠点がある。

以上のことは、第6図において光ファイバを光導波路に置き換えた光導波路型分岐器でもあてはまる。

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、低損失な光分岐及び光結合をなし得る光分岐結合器およびその製造方法を提供することを目的とする。

## ＜課題を解決するための手段＞

前記目的を達成するための本発明に係る光分岐結合器の構成は、光導波路の交差部に入力光を分岐結合させる光制御層を有する光分岐結合器において、上記光制御層は、光導波路の交差部に形成された溝内を移動可能な光制御部材に設けられており、該光制御部材の移動方向が光制御層と交差する方向で且つ光制御部材の移動により光制御層がその厚さ方向に平行移動することを特徴とする。

また本発明に係る光分岐結合器の製造方法は、交差する光導波路の交差部に溝を形成する工程と、該溝に光制御部材を配設し、前記溝に沿って光制御部材を移動して光導波路の中心線が交差する点と該光制御部材の光制御層とが一致する位置で該光制御部材を固定する工程とを備えたことを特徴とする。

更に、上記の構成の光分岐結合器において、上記光導波路の代わりに光ファイバを用いることを特徴とし、上記の構成の光分岐結合器

の製造方法において、上記光導波路の代わりに光ファイバを用いることを特徴とする。

## ＜作 用＞

本発明においては、光制御素子を溝に配設する場合、該光制御素子を構成する上記光制御層は、光導波路の交差部に形成された溝内を移動可能な光制御部材に設けられており、該光制御部材の移動方向が光制御層と交差する方向で且つ光制御部材の移動により光制御層がその厚さ方向に平行移動することで、結果として光制御層が溝に対して傾いているため、光制御素子を溝に沿って移動させることにより、交差する光導波路もしくは光ファイバの交点に当該光制御層を一致させることができる。従って、反射光を低損失で光導波路もしくは光ファイバに結合させることができる。

## ＜実施例＞

以下、本発明の好適な一実施例を説明する。

第1図は、本発明の光分岐結合器の第1の

実施例を示し、異なる波長を分岐または結合するもので、いわゆる光分岐器または光合波器への適用例である。図中9、10、11は光導波路のコア、12は光導波路のクラッド、13は光制御部材としての波長フィルタ、16は溝である。波長フィルタ13は第2図の斜視図で示すように、入射光を透過光と反射光に分ける光制御層としての多層膜部14とこれを挟むくさび状のガラス部分15、15から成り、多層膜部14の膜面はガラスの互いに平行な2つの面17、18に対して所定角度 $\theta$ 傾いており、全体として厚さ $t$ を有している。

この光分岐器の製造法を第1図を用いて説明する。先ず光導波路9と11の光軸の交点、即ち分岐点を含むような溝16を形成する。この溝16の形成は、光導波路9と11の光軸の中心2等分線と垂直な方向より $\theta$ だけ傾いた方向に形成する。 $\theta$ だけ傾けるのは、波長フィルタ13を溝に挿入した状態で多層膜

部14の膜面と光導波路9と11の光軸の中心2等分線と垂直な方向を一致させるためである。溝16の幅は波長フィルタ13の厚さよりやや広めに設定する。しかる後に、波長フィルタ13を溝16に挿入するとともに、光導波路9より光を導入し光導波路11の光出力強度をモニタしながら、波長フィルタ13を溝16に沿って移動させる。モニタ光量が最大の位置で波長フィルタ13を固定する。なお、光波長フィルタ13を透過して光導波路10から出力する光強度は波長フィルタ13の位置に依らず一定である。

このように、光導波路9と光導波路11との交差部に入力光 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を分岐結合させる光制御層14を有する光分岐結合器において、上記光制御層14が、光導波路9、10の交差部に形成された溝内16を移動可能な光制御部材13に設けられていると共に、溝16は、光導波路9と光導波路11との光軸の中心2等分線と垂直な方向すなわち光制御層14

と四方向よりだけ傾けた方向に形成されてなるので、該光制御部材13の移動方向が光制御層と交差する方向で且つ光制御部材13の移動により光制御層14がその厚さ方向に平行移動することとなり、光導波路9, 10の中心線が交差する点と該光制御層14とが一致することとなる。

上記の方法で光分岐器を作製した。光制御部材としての波長フィルタ13には $1.3\mu\text{m}$ の波長を透過し $1.5\mu\text{m}$ の波長を反射するように設計された光制御層としての誘電体多層膜14(二酸化チタンと二酸化シリコンの交互膜)がガラスで挟まれた構造のものを用い、その厚さ $t$ 、大きさは、それぞれ $45\mu\text{m}$ 、 $2\times 4\text{mm}^2$ である。光導波路9~11は、基板厚 $0.7\text{mm}$ 、コア径 $8\times 8\mu\text{m}^2$ 、比屈折率差 $0.25\%$ の石英系ガラス導波路である。石英ガラス光導波路は、通常、Si基板の上にスート堆積、ガラス化処理、ドライエッチングによるパターン化によって作製される(河内

：「導波路型光回路素子」、オプトロニクス、vol.80, p.85(1989.9)参照)。

また、溝16は市販のダイシングソーを用いて幅 $50\mu\text{m}$ 、深さ $250\mu\text{m}$ のものを形成した。分岐角(光導波路9と光導波路11とのなす角度)は、誘電体多層膜の偏光依存性の影響を受けないように $30$ 度に選んだ。作製した光分岐器の光導波路9から波長 $1.3\mu\text{m}$ の光を入力するとその出力は光導波路10から、また光導波路9から波長 $1.5\mu\text{m}$ の光を入力するとその出力は光導波路11から出射された。この時入力光量と出力光量の比から、波長フィルタを透過する $1.3\mu\text{m}$ の光に対しては損失 $0.5\text{dB}$ が、波長フィルタ13に反射された $1.5\mu\text{m}$ の光に対しては損失 $0.7\text{dB}$ が得られた。また、光の入出力を逆にしても同じ損失であった。このことから、波長フィルタの位置精度は $\pm 2\mu\text{m}$ 以内と換算され、本発明の有効性が確認された。

第3図は、本発明の光分岐結合器の第2の

実施例を示すもので、第1の実施例とは光導波路の代わりに光ファイバを用いた点異なる。四図中19, 20, 21は光ファイバ、22は光制御部材としての波長フィルタ、22aは波長フィルタに設けられた光制御層としての多層膜部、23は波長フィルタが配設される溝、24は光ファイバを固定する基板である。この光ファイバを用いる場合には、光ファイバ19~21を固定するための溝26が各々形成された基板24を予め用意する必要がある。光ファイバ19, 20, 21として、外径 $125\mu\text{m}$ 、コア径 $10\mu\text{m}$ 、比屈折率差 $0.3\%$ の単一モードファイバを、波長フィルタ22には第1の実施例と同じものを用いて作製したものでは、透過光の損失は上記第1の実施例とはほぼ同じであったが、反射光の損失はやや大きかった。これは、反射した光は光ファイバ19のクラッド中を伝搬する際に増加したものである。

第4図は、本発明の光分岐結合器の第3の

実施例を示すもので、光制御部材としては偏光分離膜を用いる場合である。第4図において、25, 26, 27は光導波路のコア、28はクラッド、29は偏光分離フィルタ、30は溝である。光導波路のコア25と光導波路のコア27との分岐角は $90$ 度の場合を示しているが、この角度に限定されるものではない(通常使用される偏光分離プリズムはこの角度のことが多い)。この構成によって、光導波路のコア25の伝搬光は基板に平行な偏光成分と基板に垂直な偏光成分に分離されて出力導波路のコア26, 27から出力される。光導波路の場合には構造の非対称性に起因する偏波保持性を有するので、分離後の偏光方向は出力導波路内において一定方向に保持される点で好都合である。

第1の実施例と同じパラメータで、分岐角が $90$ 度の光導波路を用いて偏光分離器を作製した。偏光フィルタ29も第2図のものと同じ寸法とした。但し、多層膜29aには偏

光分離用に設計されたものである（構成としては波長フィルタの場合と同じ二酸化チタンと二酸化シリコンの交互膜）。偏光フィルタ29を最適点で固定することによって、第1の実施例と同じ0.5～0.7 dB程度の低損失な特性が得られた。入出力を入れ換えてもこの損失は同じであった。

本発明の第4の実施例は、第4図に示す第3の実施例において、光導波路25～27に代えて光ファイバを用いたものである。用いる光ファイバとしては、偏光方向を保持するために、偏波保持光ファイバが望ましい。

第5図は、本発明の光分岐結合器の第5の実施例を示すもので、光分岐器を同じ基板上に複数個製作したものである。第5図において、31、32、33はアレイ状の光導波路コア部分、34は光導波路のクラッド部分、35は光制御部材、36は光制御部材の多層膜部分、37は溝である。図では、光制御部材35を溝37に沿って移動させた後、多層

膜36の膜面と点線で示した4対の光導波路の分岐点が一致した様子を描いている。

本発明の第6の実施例では、光制御層として例えばAl、Cr、Au等の金属膜を用いる場合である。この場合、入射光を特定の比率で反射光と透過光に分ける光分岐器もしくは光結合器を得ることができる。

尚、上述した方法においては、座標のX-Y軸面に導波路及び溝を設けるようにしているが、本発明はこれに限定されず座標のX-Y軸面に導波路又は光ファイバを、Z軸方向に溝を設けるようにしてもよい。

#### < 発明の効果 >

以上説明したように本発明による光分岐器では、分岐部に配設する光制御部材を最適な位置に設定できるので、分岐損失を小さくできる効果がある。また、本発明による光分岐器では入力光導波路もしくは光ファイバと分岐出力用の光導波路もしくは光ファイバを同一のパラメータで構成できるので、入出力の

方向を特にきめる必要がなく、光分岐、光結合兼用の部品を提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例に係る光分岐結合器の概略図、第2図は本実施例の光制御部材の斜視図、第3図は第2実施例に係る光分岐結合器の概略図、第4図は第3実施例に係る光分岐結合器の概略図、第5図は第5実施例に係る光分岐結合器の概略図、第6図は従来例に係る光分岐器の概略図、第7図はその部分拡大図である。

図 面 中、

- 1, 2, 3, 19, 20, 21は光ファイバ、
- 4, 13, 22は波長フィルタ、
- 5, 16, 23, 30は溝、
- 6は光ファイバ固定用基板、
- 7, 14は波長フィルタの誘電体多層膜部、
- 8, 15は波長フィルタの基板部、
- 9, 10, 11, 25, 26, 27, 31, 32, 33は光導波路のコア、

- 12, 28, 34は光導波路のクラッド、
- 24は基板、
- 29は偏光分離フィルタである。

特 許 出 願 人

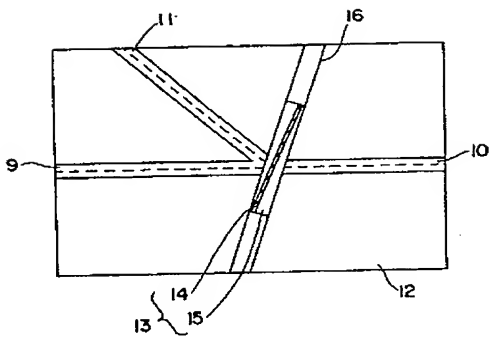
日本電信電話株式会社

代 理 人

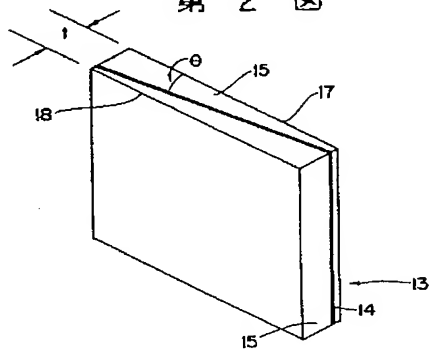
弁理士 光 石 英 俊

(他1名)

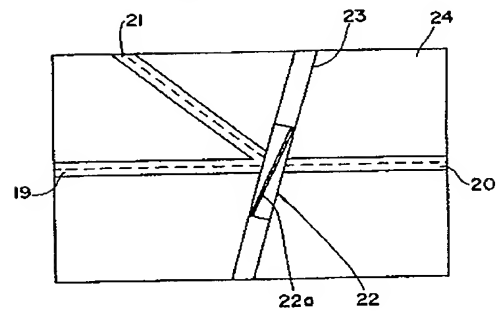
第 1 図



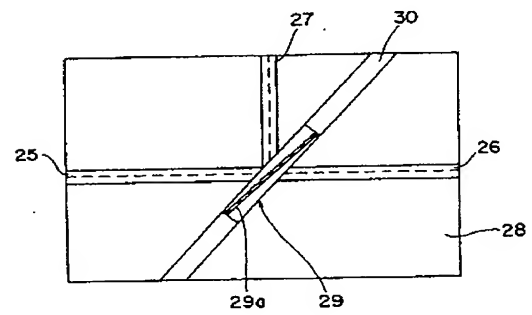
第 2 図



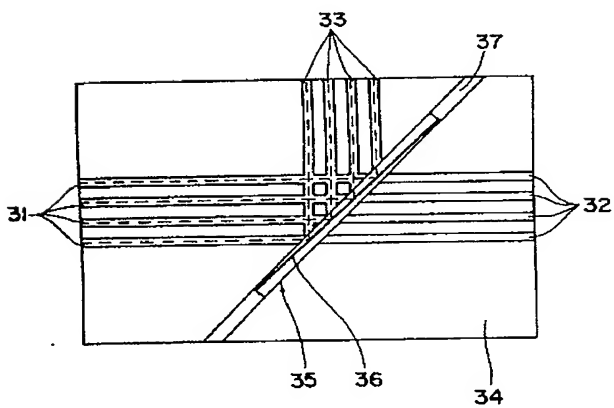
第 3 図



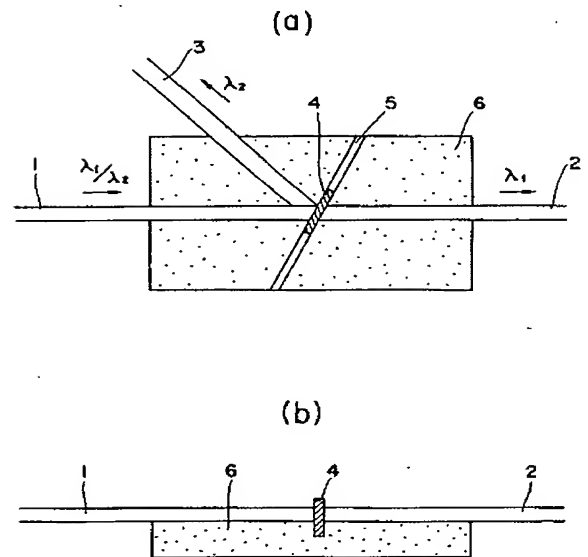
第 4 図



第 5 図



第 6 図





第 7 図

